





Rec'd PCT/PTO 07 JUL 2004

Method for determining a starting gear step

Patent number: DE19839837
Publication date: 2000-03-09
Inventor: RUECHARDT CHRISTOPH (DE); MUELLER JUERGEN (DE); WENGERT BERTRAM (DE); WINKEL MATTHIAS (DE); WOLF ANDREAS (DE)
Applicant: ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN (DE)
Classification:
- **international:** F16H61/02; B60K41/04
- **european:** B60K41/22E, F16H61/02E1M
Application number: DE19981039837 19980902
Priority number(s): DE19981039837 19980902

Also published as:

 WO0014436 (A1)
 EP1112455 (A1)
 US6519522 (B1)
 EP1112455 (B1)

Abstract of DE19839837

The invention relates to a method for determining a starting gear step for a vehicle with a stepped variable-speed transmission with several gear steps. According to the invention, a maximum admissible value for a slip time (12) and/or a maximum admissible value for a frictional work (14) of the starting clutch during the starting process and an available engine torque (10) for starting are determined. Beginning with a highest suitable gear step (18) for starting, values for the slip time (20) and/or the frictional work (22) are calculated in advance in dependence on the vehicle mass (8), a variable (6) which is dependent on the driving status and the available engine torque (10) for starting. The pre-calculated values (20, 22) are compared with the maximum admissible values (12, 14) and when at least one of the pre-calculated values is greater than the maximum admissible values, the calculation loop is repeated with the next-smallest suitable gear step for starting. A gear step is output as a starting gear step when the calculated values are smaller than or equal to the maximum admissible values.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 198 39 837 A 1

51 Int. Cl.⁷:
F 16 H 61/02
B 60 K 41/04

21 Aktenzeichen: 198 39 837.9
22 Anmeldetag: 2. 9. 1998
43 Offenlegungstag: 9. 3. 2000

DE 198 39 837 A 1

71 Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:
Müller, Jürgen, 88045 Friedrichshafen, DE;
Rüchardt, Christoph, 88239 Wangen, DE; Wengert,
Bertram, 88677 Markdorf, DE; Winkel, Matthias,
88250 Weingarten, DE; Wolf, Andreas, 88213
Ravensburg, DE

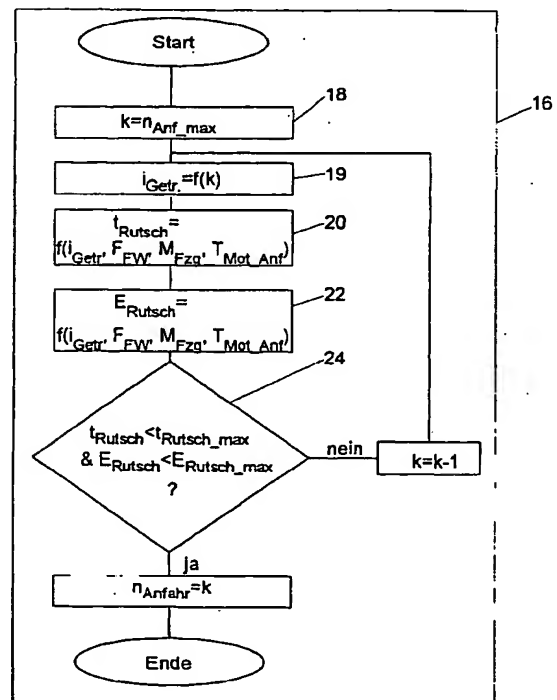
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 05 956 C1
DE 42 39 133 C1
DE 41 20 602 C2
DE 41 20 540 C1
DE 36 11 256 C2
DE 38 09 118 A1
US 54 06 862

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Ermittlung einer Anfahr-Gangstufe

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung einer Anfahr-Gangstufe für ein Fahrzeug mit einem Stufenwechselgetriebe mit mehreren Gangstufen. Es wird vorgeschlagen, daß ein maximal zulässiger Wert für eine Rutschzeit (12) und/oder ein maximal zulässiger Wert für eine Reibarbeit (14) der Anfahrkupplung während des Anfahrvorgangs sowie ein zum Anfahren verfügbares Motormoment (10) ermittelt wird, daß beginnend mit einer höchsten zum Anfahren geeigneten Gangstufe (18) abhängig von der Fahrzeugmasse (8), einer fahrzustandsabhängigen Größe (6) und dem zum Anfahren verfügbaren Motormoment (10) Werte für die Rutschzeit (20) und/oder die Reibarbeit (22) vorausberechnet werden, daß die vorausberechneten Werte (20, 22) mit den maximal zulässigen Werten (12, 14) verglichen werden, daß die Berechnungsschleife mit der nächstkleineren zum Anfahren geeigneten Gangstufe wiederholt wird, wenn mindestens einer der vorausberechneten Werte größer den maximal zulässigen Werten sind, und daß eine Gangstufe als Anfahr-Gangstufe ausgegeben wird, wenn die vorausberechneten Werte kleiner oder gleich den maximal zulässigen Werten sind.



DE 198 39 837 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung einer Anfahr-Gangstufe für ein Fahrzeug mit einem Stufenwechselgetriebe mit mehreren Gangstufen.

Insbesondere bei schweren Nutzfahrzeugen mit vielgängigen Stufenwechselgetrieben sind verschiedene Gangstufen zum Anfahren geeignet, von denen beladungs- und fahrzustandsabhängig eine Gangstufe als Anfahr-Gangstufe gewählt wird.

Beispielsweise kann es bei einem unbeladenen Nutzfahrzeug mit einem 16-Gang-Getriebe auf ebener Strecke für ein optimales Fortkommen vorteilhaft sein, den fünften Gang als Anfahr-Gangstufe zu wählen, während es bei voll beladenem Fahrzeug in einer Steigungsstrecke erforderlich sein kann, im ersten oder zweiten Gang anzufahren. Wird in einer Fahrsituation eine zu kleine Anfahr-Gangstufe gewählt, hat dies unnötig viele Gangwechsel zur Folge. Wird die Anfahr-Gangstufe zu groß gewählt, dauert der Anfahr-Vorgang mit der Folge einer höheren Belastung der Anfahr-Kupplung länger oder muß gar wieder abgebrochen werden, wenn die zur Verfügung stehende Zugkraft im gewählten Anfahr-Gang nicht ausreichend ist.

Beim Anfahren wird die Drehzahldifferenz, welche bei stehendem Fahrzeug zwischen einem motorseitigen und einem getriebeseitigen Teil der Anfahr-Kupplung vorliegt, während einer Schlupf-Phase abgebaut. Während dieser Schlupf-Phase überträgt die Anfahr-Kupplung ein Moment, wodurch die Getriebeeingangswelle und das Fahrzeug beschleunigt wird.

Während der Schlupf-Phase wird in der üblicherweise als Trockenkupplung ausgebildeten Anfahr-Kupplung eine erhebliche Reibarbeit erzeugt, wodurch hohe Temperaturen entstehen. Am Ende der Schlupfphase drehen die Teile der Anfahrkupplung synchron mit der Motordrehzahl. Wird beim Anfahren eine zu große Anfahr-Gangstufe gewählt, ist die erzielbare Beschleunigung der Getriebeeingangswelle nur klein, so daß die Schlupfphase sehr lange dauert und die entstehenden hohen Temperaturen die Anfahr-Kupplung schädigen. An Steigungsstecken kann der Fall auftreten, daß die Zugkraft kleiner als der Steigungswiderstand ist, wodurch das Fahrzeug rückwärts zu rollen beginnt.

Während bei Fahrzeugen mit herkömmlichen mechanischen Stufenwechselgetrieben der Fahrer die Anfahr-Gangstufe wählt, finden Verfahren zur Ermittlung einer Anfahr-Gangstufe vorzugsweise bei automatisierten Stufenwechselgetrieben Anwendung. Hierbei ist es möglich, die passende Anfahr-Gangstufe von einer elektronischen Steuerungseinrichtung ermitteln zu lassen und dem Fahrer beispielsweise über ein Display vorzuschlagen. Ein solches Display kann natürlich auch bei einem Fahrzeug mit einem herkömmlichen mechanischen Stufenwechselgetriebe für den Fahrer hilfreich sein. Natürlich ist es auch möglich, diesen berechneten Anfahr-Gang von einem automatisierten Stufengetriebe bzw. Lastschaltgetriebe beim Erreichen des Fahrzeugstillstands automatisch einlegen zu lassen.

Die US 5,406,862 offenbart ein Verfahren zur Ermittlung einer Anfahr-Gangstufe, bei welchem die Anfahr-Gangstufe von einer elektronischen Steuerungseinrichtung, abhängig von der Fahrzeugmasse und der Fahrbahnsteigung, ermittelt wird. In einem Kennfeldspeicher sind die geeigneten Anfahr-Gangstufen abhängig von der Fahrzeugmasse und der Fahrbahnsteigung, welche mit einem Neigungssensor ermittelt wird, abgelegt.

Ein bestimmter Getriebetyp wird üblicherweise in verschiedenen Fahrzeugtypen bzw. Varianten verwendet, die sich auch im Fahrzeuggewicht und beim Antriebsmotor voneinander unterscheiden können. Das Kennfeld, in wel-

chem die Anfahr-Gangstufen abgelegt sind, ist variantenspezifisch, d. h. für unterschiedliche Fahrzeugvarianten mit unterschiedlichen Werten zu belegen.

Die Auswirkungen einer bestimmten Wertebelegung des Kennfelds auf die Kupplungsbelastung sind dabei nicht unmittelbar erkennbar, so daß die Auswirkungen einer bestimmten Einstellung für das ganze Kennfeld jeweils aufwendig nachgeprüft werden müssen. Fehleinstellungen können zur Zerstörung der Anfahr-Kupplung führen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Ermittlung einer Anfahr-Gangstufe zu entwickeln, welches eine hohe Sicherheit gegenüber Fehleinstellungen aufweist, bei dem die Einstellungen leicht an verschiedene Varianten anpaßbar sind, und das unter Berücksichtigung der zulässigen Belastung der Anfahr-Kupplung immer die größtmögliche Anfahr-Gangstufe bereitstellt.

Die Erfindung wird durch ein die Merkmale des Hauptanspruchs aufweisendes Verfahren gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

Erfindungsgemäß wird die Anfahr-Gangstufe abhängig von einem zum Anfahren zur Verfügung stehenden Motormoment, einer maximalen Rutschzeit und/oder einer maximalen Reibarbeit der Anfahr-Kupplung während des Anfahr-Vorgangs ermittelt. Hierzu werden zunächst das zur Verfügung stehende Motormoment, ein maximal zulässiger Wert für eine Rutschzeit und/oder ein maximal zulässiger Wert für eine Reibarbeit der Anfahr-Kupplung während des Anfahr-Vorgangs ermittelt. Beginnend mit einer höchsten, zum Anfahren geeigneten Gangstufe werden dann in einer Berechnungsschleife, abhängig von der Übersetzung der Gangstufe, der Fahrzeugmasse, dem Fahrwiderstand und einem zum Anfahren verfügbaren Motormoment Werte für die Rutschzeit und/oder die Reibarbeit vorausberechnet. Die vorausberechneten Werte werden mit den zuvor ermittelten, maximal zulässigen Werten verglichen. Die Berechnungsschleife wird so lange mit der nächstkleineren, zum Anfahren geeigneten Gangstufe wiederholt, bis eine Gangstufe gefunden ist, bei welcher die vorausberechneten Werte kleiner oder gleich den maximal zulässigen Werten sind. Diese Gangstufe wird als Anfahr-Gangstufe ausgegeben. Der Fahrwiderstand wird während der Fahrt in kurzen Zeitabständen zyklisch berechnet, so daß nach Stillstand des Fahrzeugs jeweils ein aktueller Anfahrangang bereitgestellt werden kann.

Die jeweils optimale Anfahrangangstufe wird dabei direkt abhängig von der maximalen Belastbarkeit der Anfahr-Kupplung ermittelt. Die maximale Belastbarkeit der Anfahr-Kupplung wird in keinem Fall überschritten. Zur Anpassung an verschiedene Fahrzeug Varianten sind im wesentlichen Fahrzeugparameter wie das zum Anfahren zur Verfügung stehende Motormoment und Fahrwiderstandsbeiwerte zu ändern, welche üblicherweise bekannt sind.

Die maximal zulässigen Werte für die Rutschzeit und/oder die Reibarbeit werden vorteilhafterweise abhängig von der Fahrbahnsteigung, der Fahrzeugmasse und/oder dem Belastungszustand der Kupplung, welcher die Belastungshistorie der Kupplung berücksichtigt, in der elektronischen Steuerungseinrichtung – vorzugsweise in einem Kennfeldspeicher – abgelegt. Hierdurch wird eine hohe Sicherheit gegenüber Fehleinstellungen, welche zu Beschädigungen der Anfahr-Kupplung führen können, erzielt. Ebenso kann auch das zum Anfahren verfügbare Motormoment abhängig von der Fahrbahnsteigung und/oder der Fahrzeugmasse ermittelt werden; nicht in allen Situationen muß unter voller Motorlast angefahren werden.

Die Fahrzeugmasse kann vom Fahrer eingegeben oder

auch mit Sensoren im Fahrwerk gemessen werden. Besonders vorteilhaft wird sie jedoch unter Verwendung von üblicherweise vorhandenen Raddrehzahlsensoren durch ein Verfahren ermittelt, bei welchem während zwei zeitlich versetzten Messungen innerhalb eines Meßzeitraums jeweils eine Zugkraft-Größe und eine daraus resultierende Bewegungs-Größe ermittelt wird.

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der EP 0 666 435 A2 bekannt, welches zwei zeitlich versetzte Messungen der vom Antriebsmotor erzeugten Zugkraft und die daraus resultierende Beschleunigung umfaßt. Es wird davon ausgegangen, daß der unbekannte Fahrwiderstand bei zwei aufeinanderfolgenden Messungen im wesentlichen für beide Messungen gleich ist, so daß diese unbekannten Größen herausgekürzt werden können. Bei diesem bekannten Verfahren werden sowohl während einer Zugkraft-Phase als auch während einer zugkraftfreien Phase, während der eine Kupplung zum Zweck einer Gangschaltung eines Stufenwechselgetriebes geöffnet ist, jeweils ein Wert eines Raddrehmoments sowie ein Wert einer Fahrzeugbeschleunigung ermittelt, woraus die aktuelle Masse des Fahrzeugs berechenbar ist.

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn in einer Weiterbildung des Verfahrens die erste der beiden Messungen einen ersten Datenerfassungszeitraum umfaßt, die zweite der beiden Messungen einen zweiten Datenerfassungszeitraum umfaßt, die Dauer der beiden Datenerfassungszeiträume größer ist als eine Mindestdauer, die Zugkraft-Größe dem zeitlichen Integral der während des jeweiligen Datenerfassungszeitraums wirkenden Zugkraft entspricht und die Bewegungsgröße der während des jeweiligen Datenerfassungszeitraums erfolgten Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs entspricht. Wird dieses Verfahren zur Massenbestimmung zugrunde gelegt, kann die Anfahr-Gangstufe ermittelt werden, ohne daß hierfür ein zusätzlicher Sensor benötigt wird.

Dem Verfahren zur Massenbestimmung liegt die folgende Gleichung zugrunde:

$$M_{Fzg} = \frac{\int_{t_0}^{t_1} F_{Zug} dt - M_{Gang} (v_1 - v_0)}{(v_1 - v_0 - v_3 + v_2)}$$

Darin sind:

M_{Fzg} die zu ermittelnde Fahrzeugmasse in kg,
 F_{Zug} die Zugkraft bzw. das zum Rad gerechnete Motormoment in N,
 M_{gang} eine Korrekturgröße, die der Summe der Massenträgheitsmomente von Motor, Kupplung und Stufenwechselgetriebe, reduziert auf die translatorische Bewegung, des Fahrzeugs entspricht, in kg,
 t_0, t_1 Anfangs- und Endzeitpunkt der Zugkraft-Phase,
 v_0, v_1 die Geschwindigkeiten des Fahrzeugs zu Beginn und am Ende der Zugkraft-Phase in m/s,
 v_2, v_3 die Geschwindigkeiten zu Beginn und am Ende der zugkraftfreien Phase in m/s.

An dieser Stelle wird auf die nicht vorveröffentlichte ältere Patentanmeldung DE 198 37 380.5 der Anmelderin verwiesen, welche ein Verfahren zur Massenermittlung zum Gegenstand hat. Deren Inhalt wird als zum Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung gehörig erklärt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ermittlung einer Anfahr-Gangstufe wird die fahrzustandsabhängige Größe, welche den Steigungswiderstand umfaßt, aus der Fahrzeugmasse,

einer aktuellen Zugkraft und einer daraus resultierenden aktuellen Fahrzeugbeschleunigung ermittelt, während sich das Fahrzeug bewegt. Hierdurch wird gegenüber bekannten Verfahren ein Neigungssensor zur Bestimmung der Fahrbahnneigung eingespart.

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß die fahrzustandsabhängige Größe neben dem Steigungswiderstand des Fahrzeugs außerdem den Rollwiderstand des Fahrzeugs umfaßt, der auch beim Anfahr-Vorgang wirkt. Hierdurch wird der tatsächliche Fahrwiderstand, der sich beim Anfahr-Vorgang hauptsächlich aus dem Steigungswiderstand und dem Rollwiderstand des Fahrzeugs zusammensetzt, besser nachgebildet. Der Luftwiderstand kann beim Anfahr-Vorgang vernachlässigt werden.

Aus den Größen Fahrzeugmasse M_{Fzg} , aktueller Zugkraft F_{Zug} und der Fahrzeugbeschleunigung a_{Fzg} kann der Fahrwiderstand, der gleich der Summe aus Roll- und Steigungswiderstand ist, durch Lösen der Bewegungsgleichung berechnet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Block-Schaubild des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 2 ein Ablauf-Diagramm eines Teils des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig. 1 ist mit 6 der Block zur Berechnung des fahrzustandsabhängigen Fahrwiderstands aus Fahrzeugmasse 8, der an den Antriebsrädern wirkenden Zugkraft 4 und der daraus resultierenden Fahrzeugbeschleunigung 2 bezeichnet. Das zum Anfahren zur Verfügung stehende Motormoment 10, die während des Anfahr-Vorgangs maximal zulässige Rutschzeit der Anfahr-Kupplung 12 sowie die maximal zulässige Reibarbeit 14 werden, jeweils abhängig von der Fahrzeugmasse 8, dem aktuellen Fahrwiderstand 6 und einer den Belastungszustand der Kupplung beschreibenden Größe 17, ermittelt. Im Block 16 wird der Anfahr-Gang abhängig von diesen Größen 10, 12, 14 ermittelt.

Im einzelnen laufen in den Blöcken folgende Verfahrensschritte ab:

Die momentane Fahrzeugbeschleunigung a_{Fzg} 2 entspricht der zeitlichen Ableitung der Fahrzeuggeschwindigkeit, welche vorzugsweise von Raddrehzahlsensoren aufgenommen wird.

Die auf die Antriebsräder des Fahrzeugs wirkende Zugkraft F_{Zug} 4 wird ermittelt aus Motormoment und dem im jeweiligen Gang vorliegenden Übersetzungsverhältnis zwischen Motor und Antriebsrad, wobei auch Wirkungsgrade der einzelnen Komponenten des Triebstrangs berücksichtigt werden. Das Signal für das Motormoment wird vorzugsweise von der Motorsteuerung bereitgestellt oder kann alternativ aus der Stellung des Lastgebers, der Motordrehzahl und einem in der Steuerungseinrichtung abgelegten Motor-kennfeld ermittelt werden.

Im Block 6 wird der Fahrwiderstand nach folgender Gleichung ermittelt,

$$F_{FW} = F_{Zug} - M_{Fzg} \cdot a_{Fzg}$$

in der
 F_{Zug} die Zugkraft,
 M_{Fzg} die Fahrzeugmasse und
 a_{Fzg} die Fahrzeugbeschleunigung
sind.

Andererseits ist der Fahrwiderstand bei Vernachlässigung des Luftwiderstands auch gleich der Summe aus Steigungs- und Rollwiderstand,

$$F_{FW} = F_{Steig} + F_{Roll} = M_{FzG} \cdot g(\sin(\alpha) + k_{Roll0}\cos(\alpha))$$

wobei

g die Erdbeschleunigung,

α der Steigungswinkel und

k_{Roll0} der geschwindigkeitsunabhängige Rollwiderstandsbeiwert sind.

Durch Gleichsetzen der beiden obigen Gleichungen läßt sich bei Bedarf auch der aktuelle Steigungswinkel α ermitteln.

Das zum Anfahren verfügbare Motormoment 10, die während des Anfahr-Vorgangs maximal zulässige Rutschzeit 12 sowie die maximal zulässige Reibarbeit 14 sind vorteilhafterweise in Kennfeldspeichern der elektronischen Steuerungseinrichtung, abhängig von der Fahrzeugmasse 8, dem Fahrwiderstand und dem Belastungszustand der Kupplung 17, abgelegt. Je größer Fahrzeugmasse und Fahrwiderstand sind, und je kleiner die bisherige Kupplungsbelastung ist, desto größer sind die Werte der in den Kennfeldern abgelegten Größen. Über die in den Kennfeldern abgelegten Größen läßt sich die Belastung der Anfahr-Kupplung direkt beeinflussen und sicher nach oben begrenzen.

Der Belastungszustand der Kupplung kann beispielsweise anhand von Temperaturen oder anhand einer seit der letzten Kupplungsbelastung verstrichenen Zeit beschrieben werden. Insbesondere ist eine rechnerische Größe zur Beschreibung des Belastungszustands geeignet, welche die über der Zeit an der Kupplung angefallene Reibleistung berücksichtigt, und die länger zurückliegende Reibleistungen weniger stark bewertet, als zeitlich nahe zurückliegende Reibleistungen.

Der dem Block 16 zugrunde liegende Algorithmus zur Anfahr-Gangbestimmung wird anhand Fig. 2 erläutert. Die Zählvariable k wird im Block 18 zunächst gleich einem Wert gesetzt, der der höchsten zum Anfahren geeigneten Gangstufe entspricht. Im Block 19 wird die Getriebeübersetzung abhängig von der Gangstufe ermittelt. Die Getriebeübersetzungen der Gangstufen sind in der elektronischen Steuerungseinrichtung abgelegt. Abhängig von der Übersetzung der Gangstufe, der aktuellen Fahrzeugmasse, vom aktuellen Fahrwiderstand und von dem zur Verfügung stehenden Motormoment wird für diese Gangstufe jeweils ein voraussichtlicher Wert für die Rutschzeit 20 und die Reibarbeit 22 während des Anfahr-Vorgangs vorausberechnet. Im Block 24 werden diese vorausberechneten Werte mit den maximal zulässigen Werten 12, 14, die zuvor ermittelt wurden, verglichen. Sind die vorausberechneten Werte kleiner oder gleich den maximal zulässigen Werten, wird der aktuelle Wert der Zählvariable k als Anfahr-Gangstufe ausgegeben.

Wenn mindestens einer der vorausberechneten Werte größer ist als der zulässige Wert, wird die Berechnungsschleife mit der nächstkleineren, zum Anfahren geeigneten Gangstufe wiederholt.

Die Fahrwiderstandsberechnung wird, abgesehen von einigen Ausnahmefällen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, während der Fahrt ständig, d. h. in kurzen Zeitabständen, durchgeführt, so daß dieses Verfahren immer bei Stillstand des Fahrzeugs eine geeignete Anfahr-Gangstufe bereitstellt.

Bezugszeichenliste

- 2 Fahrzeugbeschleunigung
- 4 Zugkraft
- 6 Fahrwiderstand
- 8 Fahrzeugmasse

10 zum Anfahren zur Verfügung stehendes Motormoment
12 während des Anfahr-Vorgangs maximal zulässige Rutschzeit

14 während des Anfahr-Vorgangs maximal zulässige Reibarbeit

16 Algorithmus zur Anfahr-Gangbestimmung

17 Block

18 Block

19 Block

20 voraussichtliche Rutschzeit

22 voraussichtliche Reibarbeit

24 Block

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung einer Anfahr-Gangstufe für ein Fahrzeug mit einem Stufenwechselgetriebe mit mehreren Gangstufen, wobei das Stufenwechselgetriebe antriebsseitig durch eine wahlweise schließbare Anfahrkupplung mit einem ein Motormoment erzeugenden Antriebsmotor verbindbar ist, und abtriebsseitig trieblich mit Antriebsrädern des Fahrzeugs verbunden ist, welche eine Zugkraft übertragen, wobei die Anfahr-Gangsstufe von einer elektronischen Steuerungseinrichtung mindestens abhängig von der Fahrzeugmasse (8) und einer weiteren, fahrzustandsabhängigen Größe (6) ermittelt wird, welche den Steigungswiderstand des Fahrzeugs umfaßt, **dadurch gekennzeichnet,**

– daß ein maximal zulässiger Wert für eine Rutschzeit (12) und/oder ein maximal zulässiger Wert für eine Reibarbeit (14) der Anfahrkupplung während des Anfahrvorgangs, sowie ein zum Anfahren verfügbares Motormoment (10) ermittelt wird,

– daß, beginnend mit einer höchsten zum Anfahren geeigneten Gangstufe (18) in einer Berechnungsschleife abhängig von der Übersetzung der Gangstufe (19), der Fahrzeugmasse (8), der fahrzustandsabhängigen Größe (6) und dem zum Anfahren verfügbaren Motormoment (10) Werte für die Rutschzeit (20) und/oder die Reibarbeit (22) vorausberechnet werden,

– daß die vorausberechneten Werte (20, 22) mit den maximal zulässigen Werten (12, 14) verglichen werden,

– daß die Berechnungsschleife mit der nächstkleineren zum Anfahren geeigneten Gangstufe wiederholt wird, wenn mindestens einer der vorausberechneten Werte größer als die maximal zulässigen Werte sind

– und daß eine Gangstufe als Anfahr-Gangstufe ausgegeben wird, wenn die vorausberechneten Werte kleiner oder gleich den maximal zulässigen Werten sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die maximal zulässigen Werte für die Rutschzeit (12) und/oder die Reibarbeit (14) abhängig von der Fahrbahnsteigung (6), der Fahrzeugmasse (8) und/oder dem Belastungszustand der Kupplung (17) in der elektronischen Steuerungseinrichtung – vorzugsweise in einem Kennfeldspeicher – abgelegt sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeugmasse (8) mit einem Verfahren ermittelt wird, welches mindestens zwei zeitlich versetzte Messungen innerhalb eines Meßzeitraums umfaßt, durch die jeweils mindestens eine, vom Antriebsmotor erzeugte, die auf die Antriebsräder des

Fahrzeugs in Bewegungsrichtung einwirkende Zugkraft kennzeichnende Zugkraft-Größe und mindestens eine, die Bewegung des Fahrzeugs kennzeichnende Bewegungsgröße ermittelt wird, wobei eine der beiden Messungen während einer zugkraftfreien Phase erfolgt, während der die Anfahrkupplung zum Zweck einer Gangschaltung des Stufenwechselgetriebes geöffnet ist, und die andere der beiden Messungen während einer Zugkraft-Phase erfolgt, während der die Anfahrkupplung geschlossen ist und eine Zugkraft auf die Antriebsräder übertragen wird, und wobei mit den ermittelten Größen der beiden zeitlich versetzten Messungen die aktuelle Fahrzeugmasse berechnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste der beiden Messungen einen ersten Datenerfassungszeitraum umfaßt, die zweite der beiden Messungen einen zweiten Datenerfassungszeitraum umfaßt, die Dauer der beiden Datenerfassungszeiträume größer ist als eine Minstdauer, die Zugkraft-Größe dem zeitlichen Integral der während des jeweiligen Datenerfassungszeitraums wirkenden Zugkraft entspricht, und die Bewegungsgröße der während des jeweiligen Datenerfassungszeitraums erfolgten Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs entspricht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere, fahrzustandsabhängige Größe aus der Fahrzeugmasse (8), einer aktuellen Zugkraft (4) und einer daraus resultierenden aktuellen Fahrzeugbeschleunigung (2) ermittelt wird, während sich das Fahrzeug bewegt.

6. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere fahrzustandsabhängige Größe (6) den Rollwiderstand des Fahrzeugs umfaßt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

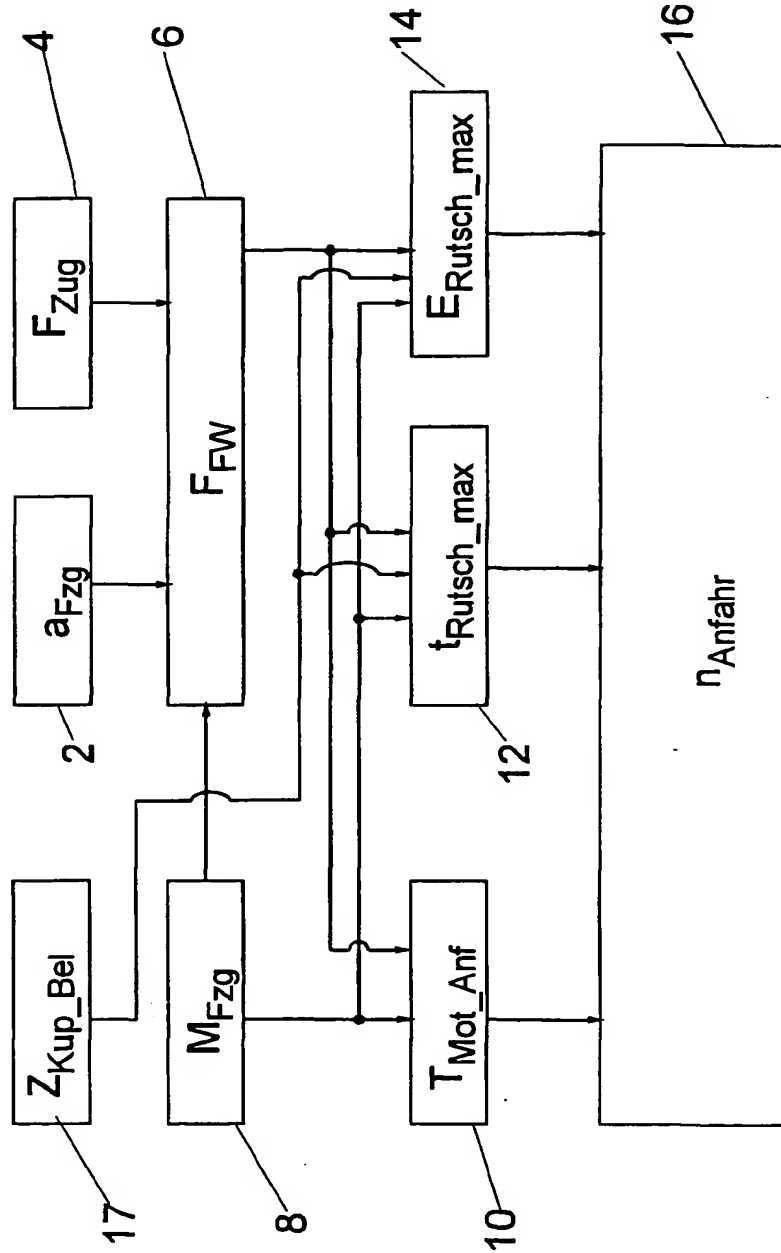


Fig. 1

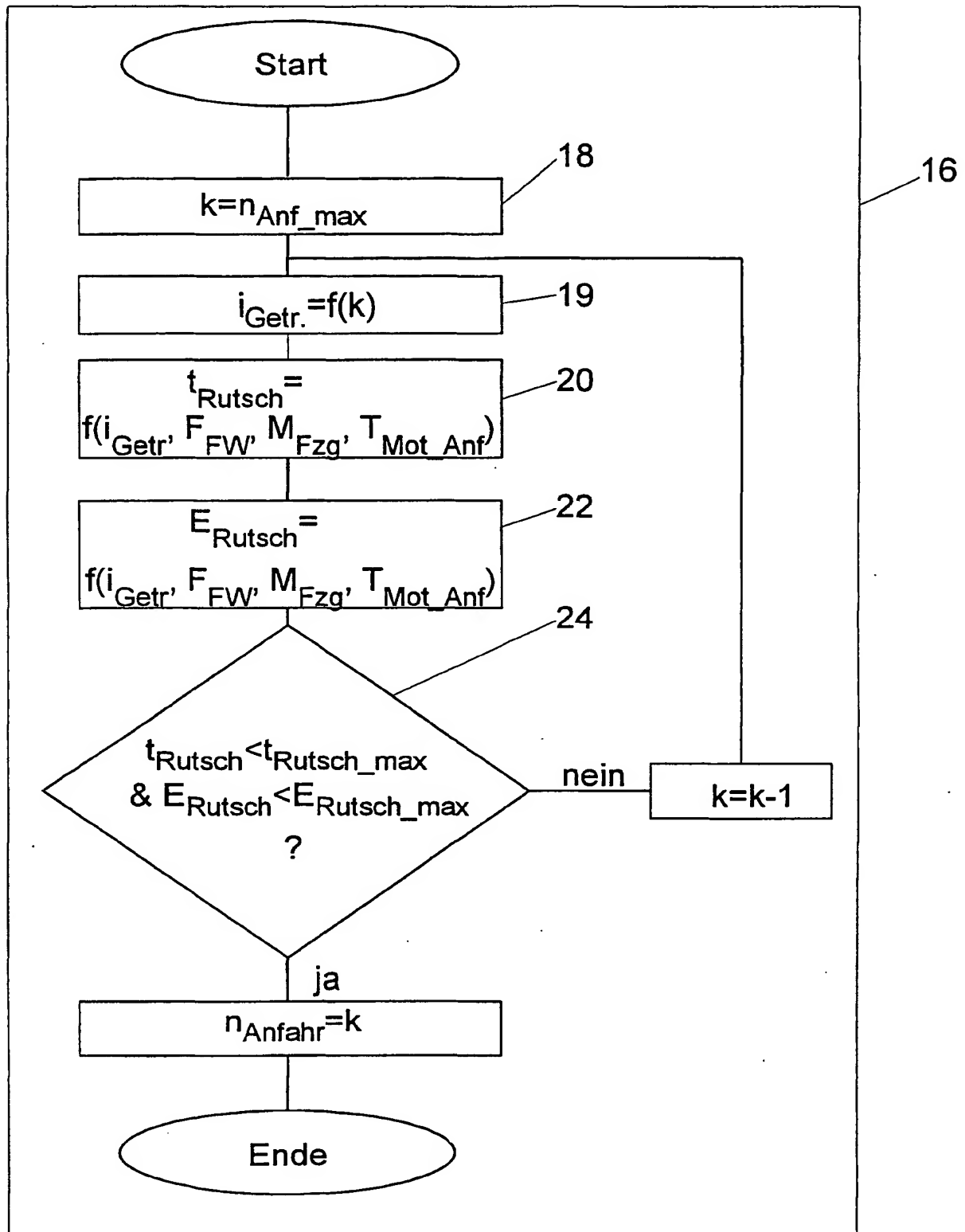


Fig. 2